

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI STUDIJ ODRŽIVI RAZVOJ

LORENA PRIKRATKI

UTJECAJ HIDROENERGETSKIH OBJEKATA NA OKOLIŠ

ZAVRŠNI RAD

ČAKOVEC, 2017.

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI STUDIJ ODRŽIVI RAZVOJ

LORENA PRIKRATKI

UTJECAJ HIDROENERGETSKIH OBJEKATA NA OKOLIŠ

**THE IMPACT OF HYDROENERGETIC FACILITIES TO THE
ENVIRONMENT**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Ivančica Somođi, pred.

ČAKOVEC, 2017.

Zahvala:

Veliku zahvalnost dugujem mentorici Ivančici Somođi, pred., koja mi je pomogla svojim prijedlozima, stručnim savjetima i strpljenjem pri izradi ovog završnog rada.

Također, zahvaljujem se svim svojim prijateljima koji su svojim prisustvom uljepšali moje studentske dane.

Najveću zahvalnost dugujem obitelji, posebno roditeljima kojima posvećujem ovaj završni rad.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	9
2. OPĆI DIO.....	9
2.1 Općenito o obnovljivim izvorima energije.....	10
2.2. Značajke i vrste hidroelektrana	15
3. CILJ ISTRAŽIVANJA	16
4. MATERIJALI I METODE.....	16
5. UTJECAJ NA OKOLIŠ	18
5.1. Indirektan utjecaj na okoliš	18
5.1.1. Utjecaj na zrak.....	19
5.1.2. Hidromorfološki utjecaj.....	21
5.1.3. Utjecaj buke.....	21
5.1.4. Utjecaj svjetlosnog onečišćenja.....	22
5.1.5. Utjecaj na tlo.....	22
5.1.6. Gospodarenje otpadom.....	22
5.1.7. Utjecaj na bio- ekološke značajke.....	23
5.1.8. Utjecaj na prirodnu i kulturnu baštinu.....	23
5.1.9. Socio-ekonomski utjecaj.....	23
5.2. Direktan utjecaj hidroelektrana na okoliš.....	24
5.2.1. Hidoromorfološki utjecaj.....	25
5.2.2. Utjecaj na zrak.....	25
5.2.3. Svjetlosno onečišćenje.....	25
5.2.4. Utjecaj na tlo.....	26
5.2.5. Buka.....	26
5.2.6. Ekosustavi, biljni i životinjski svijet.....	26
5.2.7. Utjecaj na klimatske promjene.....	26
6. RASPRAVA	28
7. ZAKLJUČAK	28
8. LITERATURA.....	28
POPIS SLIKA.....	29

SAŽETAK

Hidroelektrane proizvode energiju iz obnovljivog izvora, koristeći potencijalnu energiju vode. U posljednje vrijeme u medijima se zanemaruju ove činjenice te se sve češće pojavljuju medijski natpisi koje neopravdano svrstavaju hidroenergiju u kontekst lošeg proizvođača, onog koji ugrožava okoliš. Znamo da izgradnjom hidroelektrane dolazi do promjene vodenog ekosustava, no kako i u kojoj mjeri pokušat će se opisati. U ovom radu pokušavaju se sagledati i ostali utjecaji hidroenergetskih objekata na okoliš i životnu zajednicu u kojoj su sagrađeni.....

Ključne riječi: hidroenergetski sustavi, obnovljivi izvor energije, utjecaj na okoliš

1. UVOD

Električna energija se proizvodi korištenjem fosilnih ili nuklearnih goriva, hidro potencijala i novih obnovljivih izvora, pri čemu svaka od tih opcija izaziva utjecaje na okoliš, koji postaju sve ozbiljniji, a često i presudni kriterij za njihov izbor. Kako su ti utjecaji različiti po prirodi, nemoguće ih je izravno uspoređivati, već prema njihovim posljedicama koji svaki od tih utjecaja izaziva u okolišu. Utjecaji su pojedinih tehnologija za proizvodnju električne energije (hidroelektrana, termoelektrana, nuklearnih elektrana, vjetroelektrana, geotermalnih, bioenergana i solarnih elektrana) brojni i, premda su dugo u upotrebi, još su nedovoljno izučeni. Bolje su poznate količine zagađivača nego njihovi utjecaji zbog objektivne nemogućnosti da se uspoređuju efekti na okoliš čija se osjetljivost na te utjecaje mijenja. To sve otežava usporedbu jedne tehnologije s alternativnim tehnologijama, tim više što se kod jedne utjecaji posebnog značaja javljaju u normalnom pogonu (termoelektrane), a kod druge u uvjetima udesa (hidroelektrane, nuklearne elektrane).

Interesantno je da se za proizvodnju 1kWh električne energije utroši u termoelektrani više od 1,5 kg lignita slabije kvalitete pri čemu je potrebno osigurati oko 3l vode (u slučaju primjene rashladnih tornjeva) ili 100 do 300 litara vode ako se radi o protočnom hlađenju. Udovičić u svojoj knjizi navodi da za proizvodnju 1 kWh u nuklearnoj elektrani treba potrošiti 4,5 mg uranoksida i nešto više rashladne vode u slučaju protočnog hlađenja (150 do 400l), dok za istu proizvodnju u hidroelektrani, s neto padom od 100 m, treba imati 1,2 l/sec, odnosno treba ukupno potrošiti 4300 litara vode.

Ako se ima u vidu osiguranje potrebne potrošne električne energije, jasno je kolike ozbiljne zahvate treba poduzeti u okolišu da se proizvede potrebna količina električne energije (koliko ugljena treba iskopati, koliko vode u akumulacijama skupiti, koliko prostora treba izuzeti za te potrebe iz poljoprivrednog ili nekog drugog zemljišta) i kako drastičnim opterećenjima treba izložiti okoliš od popratnih produkata tehnoloških procesa proizvodnje električne energije korištenjem pojedinih izvora, kao i posljedicama opterećenja kojima su izloženi čovjek, biljni i životinjski svijet, te materijalna i kulturno-povijesna dobra koja je stvorio čovjek [7].

Opskrba energijom preduvjet je i privrednog razvoja i standarda stanovništva, a osim toga, razvoj energetike utječe na mnoge privredne grane, pa je zbog toga razvoj energetike nerazdvojno povezan s razvojem privrede. Razvoj potrošnje energije vezan je za velik broj utjecajnih činilaca koji su specifični za svako područje (porast stanovništva, razvoj znanosti i

tehnike, privredni razvoj, zemljopisni položaj, standard). Osim toga što je djelovanje tih činilaca različito od područja do područja i unutar jednog područja, vremenski se mijenja intenzitet djelovanja, što ima kao posljedicu da potrošnja oscilira oko neke osnovne linije trenda.

Zbog stalnog porasta potrošnje energije potrebno je neprekidno istraživati, projektirati i graditi postrojenja za pridobivanje, pretvorbu, transport i distribuciju oblika energije. Zbog toga i tehničke naravi energetske proizvodnje odnosa koji zahtijevaju velika ulaganja uz relativno spor optjecaj, što govori i velikom intenzitetu i težini investicijskih sredstava što ih energetika angažira za svoj razvoj, pitanje planiranja i financiranja razvoja energetike permanentan je problem energetike kao privredne grane.

Važnosti energetike za privredni i društveni razvoj te golema ulaganja potrebna za njezin razvoj zahtijevaju da se razvoj energetike, razine cijena energije, a time i akumulativnost energetike koordinira s razvojem ostale privrede i društva [5].

Ekologija se obično definira kao znanost o odnosima između organizma i okoliša, pri čemu je okoliš kombinacija vanjskih uvjeta koji utječu na rast i razvoj organizma. Čovjek kao organizam najvišeg razvojnog stupnja samim svojim postojanjem djeluje i mijenja okoliš. Za razliku od drugih organizama, svojim postojanjem mijenja i djeluje na okoliš. Čovjek stvara i povezuje kulturna, sociološka, ekonomska i politička zbivanja, pa tako može postaviti vremenske i prostorne veze između pojedinih zbivanja.

Čovjekova zabrinutost za propadanje i zagađenje okoliša nije se prvi put pojavila tek šezdesetih godina ovog stoljeća, već su zagađenost zraka, vode i drugi problemi u vezi s okolišem odavno poznati. Naime, od davnih su vremena predodžbe o bolestima, uvjetovanim okolišem bile kudikamo prihvaćenije nego danas. Svi ti problemi ponovno su izbili na površinu za vrijeme industrijske revolucije, tj. u vremenu koje je obilježeno naglim rastom tvornica, nicanjem velikog broja gradova, posljedica je toga zauzimanje velikih površina zemlje, zagađenje vode i zraka, stvaranje otpadaka i buke te mijenjanje izgleda okoliša.

Vrlo je zgodna definicija okoliša koju je dao Einstein, a glasi: "Okoliš je sve što nisam ja". Prema tome, okoliš je cjelokupni prirodni sustav o kojemu ovisi čovjek, zrak koji udiše, zemlja koja ga hrani, rijeke i jezera koja daju vodu, mora koja daju hranu i vodu, te atmosfera oko planete koja omogućava život na njemu.

Čovjek sa svojom aktivnošću odlučujući je činilac u mijenjanju okoliša. Ta je aktivnost povezana sa zadovoljenjem potreba, ali i s vladanjem ljudi kao potrošača. Struktura privrede prilagođava se postavljenim privrednim ciljevima, koji su u prvome redu uvjetovani potražnjom. Zadovoljenje tih potreba uz određeni način života opterećuje prostor na

Zemljinoj površini. Stoga se može reći da je opći napredak, u uvjetima tehnološke revolucije, postigao vrlo visoku razinu industrijskih aktivnosti, te vrlo visok životni standard za dobar dio stanovništva, što je sve zajedno snažno utjecalo na okoliš.

Povijesno gledano, čovjek je bio zauzet i ponesen tehnološkim uspjesima, te povećanjem osobnog i društvenog standarda tako da je u jednom razdoblju zaboravio, ili bolje rečeno, zanemario utjecaj na okoliš. Tako su znatno zagađeni zrak i atmosfera (posebno u gradskim sredinama), smanjila su se područja pod šumama, došlo je do toplinskog zagađenja vode i zraka (zagrijanim različitim industrijskim otopinama) itd. Iz navedenog bi se moglo zaključiti da je civilizacijski napredak donio korist za čovječanstvo s jedne strane, ali bi se također moglo reći da bi taj napredak zagađenjem okoliša mogao uništiti samu civilizaciju. Međutim, visoka razina kulturnog, znanstvenog i tehnološkog razvoja mora poslužiti kao osnova za razuman i harmoničan odnos između čovjeka i okoliša. Čovjek će moći predvidjeti pozitivne i negativne aspekte razvoja, te u tome smislu osigurati systemske mjere kojima će minimizirati nepovoljni utjecaj na okoliš. Može se očekivati da će današnji sukob između tehnološkog razvoja i očuvanja okoliša biti pokretačka snaga koja će korigirati postojeće tehnologije i koja će uvesti tehnologije koje će manje zagađivati okoliš [7].

Problemi zaštite okoliša vrlo su kompleksni, međusobno povezani i uvjetovani. Za njihovo sagledavanje i rješavanje nužni su znatni znanstvenoistraživački napor i brojna originalna tehnološka rješenja.

Suvremeni energetske sustavi u uskoj su vezi s brojim oblicima čitave ljudske djelatnosti. Energetika izravno utječe na tako bitne i različite grane ekonomije kao što su industrija, transport i poljoprivreda, te na ekonomiju u cijelosti, na socijalne i političke uvjete, stanje okoliša, itd. Također, različiti faktori ljudskih aktivnosti imaju povratno djelovanje na uvjete i razvoj energetske tehnologije. To je razlog zbog kojeg energetske sustave treba gledati kao podsustave ukupnog sustava ljudskih aktivnosti.

Energija se pridobiva pretežno spaljivanjem fosilnih goriva i tako će sigurno biti u doglednoj budućnosti. Vodene snage, nuklearna energija i biljno gorivo u ukupnoj potrošnji energije u velikoj većini zemalja ne sudjeluju ni s 10 %, a novi izvori (sunčeva energija, vjetar, more, itd.), odnosno tehnologije za njihovo iskorištavanje ne mogu se u dosljedno vrijeme brzo razviti da bi zamijenili fosilna goriva koja se troše u velikim količinama. Od fosilnih goriva ugljen i nafta, tj. naftni derivati, čine glavninu fosilnih goriva koja se iskorištavaju, a u novije vrijeme u nekim se zemljama znatnije iskorištava prirodni plin.

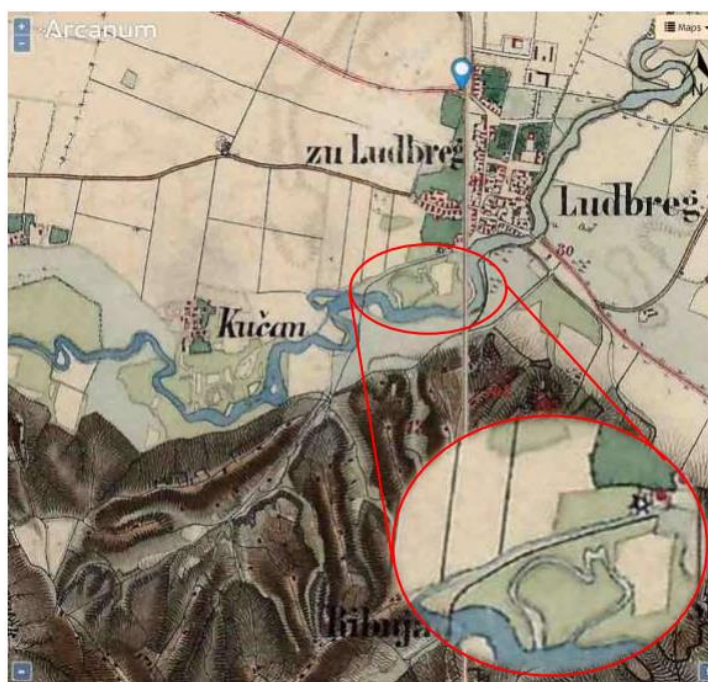
Spaljivanje ugljena, naftnih derivata i plina uvijek izaziva veće ili manje zagađenje okoliša, ovisno o količini, kvaliteti goriva i uređajima na kojima gorivo izgara.

Pri izgaranju goriva dolazi do emisije različitih oksida (među kojima su najpoznatiji sumporni i ugljični oksidi), produkata nepotpunog izgaranja i pepela. Sumporni i ugljični dioksid, te dim, najrasprostranjeniji su zagađivači atmosfere, upravo zato što je iskorištavanje energije vezano za svaku ljudsku aktivnost.

Kada se govori o ekološkim problemima i energetici, teško je energetiku odvojiti od drugih tehnoloških procesa, tako da se vrlo često mora promatrati i međusobni utjecaj velikog broja zagađivača. Dugo se vjerovalo da su elektrane na ugljen riješile svoj problem ugradnjom pročišćivača, ali ostala su zemljišta devastirana površinskim kopovima, golemim količinama jalovine, šljake i pepela..

Zbog svega toga je mišljenje koje je još uvijek ponegdje prisutno, naime, da se energijom i energetikom moraju baviti samo energetičari, a ekologijom biolozi sasvim pogrešno. Ekologija mora biti znanost koja u sebi uključuje najbolje dijelove svih ljudskih znanja. Ona mora angažirati široki spektar užih znanstvenih disciplina za dobro čovjeka i njegova opstanka na Zemlji (Udovičić, 1993).

Prema povijesnim izvorima i kartama moguće je uočiti korištenje hidropotencijala od davnina. Tako se hidropotencijal rijeke Bednje na području Ludbrega koristio već u vremenskom razdoblju od 1806.g. - 1869.godine, a 1944.g. spominje se mlin s električnom centralom..



Slika1. Povijesna karta područja derivacijskog kanala iz 1806. - 1869.[3]

Prvi zapisi o nekada aktivnoj tvorničkoj hidroelektrani s mlinom datiraju još iz 1910.godine. Danas se ponovno pokušava realizirati ideja o izgradnji male hidroelektrane na rijeci Bednji.[3] Na slici 1 vidljiva je povijesna karta u kojoj je prikazana lokacija nekadašnje prve hidroelektrane na rijeci Bednji. Na slici možemo uočiti derivacijski kanal na području zadane lokacije već u razdoblju od 1806.g.-1869.g.

2. OPĆI DIO

Krajem prošlog i početkom ovog stoljeća mnogo se raspravlja oko korištenja obnovljivih oblika energije. Posebno su zanimljivi obnovljivi oblici za proizvodnju električne energije. Zbog toga će se nešto više reći o svakom obnovljivom prirodnom obliku energije.

2.1. OPĆENITO O OBNOVLJIVIM IZVORIMA ENERGIJE

Obnovljivi prirodni oblici energije koji se ne mogu s vremenom istrošiti, jer se neprestano obnavljaju, npr. isparavanjem vode stvaraju se oblaci, a iz njih oborine, koje slijevaju u vodotoke i mora. Moguće je potpuno iskoristiti potencijale nekih prirodnih obnovljivih oblika energije. To se događa ako se izgradi toliko hidroelektrana na jednom vodotoku da na njemu nije više moguće sagraditi niti jednu drugu hidroelektranu. U tom je slučaju u nekom vremenskom intervalu ograničena samo količina energije, ali zbog toga iskorištavanje nije vremenski ograničeno uz pretpostavku da se obnavljaju postrojenja za energetska iskorištavanje.

Mogućnosti prirodnih oblika energije koji se obnavljaju s vremenom se mijenjaju, što znači da je snaga tih energetske izvora funkcija vremena i da nije konstantna. Te promjene mogu biti vrlo brze (snaga vjetera ovisi o trećoj potenciji njegove brzine), brze (snaga plime i oseke razmjerna je koti morske razine, intenzitet zračenja Sunca ovisi o dijelu dana i o naoblaci) polagane (vodne su snage razmjerne količini vode koja protječe vodotokom) i vrlo polagane (toplina mora).

Većinu prirodnih oblika energije koji se obnavljaju nije moguće uskladištiti u obliku kojemu se pojavljuju u prirodi (vjetar, plima i oseka, Sunčevo zračenje). Zato ih treba iskoristiti u trenutku kad se pojavljuju. Voda se jedino može uskladištiti u akumulacijama. Takvim se prirodnim oblicima energije zbog promjenljivosti snage, ne mogu zadovoljiti

potrebe potrošača. Potrebe potrošača se najčešće ne poklapaju s mogućnostima iskorištavanja, pa su potrebni drugi oblici energije da bi se uskladile potrebe i proizvodnja. Važna je spoznaja da se od prirodnih oblika energije koji se obnavljaju u svojem prirodnom obliku, na veće udaljenosti mogu prevesti samo drvo, otpaci i biomasa [7].

2.2. ZNAČAJKE I VRSTE HIDROELEKTRANA

Hidroelektrana je postrojenje u kojemu se potencijalna energija vode pretvara u električnu energiju. Glavno obilježje hidroelektrane je moguća proizvodnja. Obično se moguća proizvodnja izražava kao srednja godišnja proizvodnja u GWh, a ona se dobiva kao aritmetička sredina mogućih godišnjih proizvodnja u promatranom što duljem nizu godina.

Pod pojmom "moguća proizvodnja" podrazumijeva se maksimalna proizvodnja koja se može ostvariti korištenjem najveće moguće količine vode uz najpovoljnije uvjete, uvažavajući pri tome veličinu izgradnje svake od hidroelektrana. Pri računanju moguće proizvodnje treba raditi s neto protocima (bez vode za navodnjavanje i sl.), te uvažiti postojanje bilo vlastite bilo uzvodne akumulacije. Isto tako se pretpostavlja da su svi dijelovi postrojenja sposobni za pogon i da ne postoje ograničenja u preuzimanju energije ili bilo koja druga ograničenja.

Autori koji se bave ovom problematikom obzirom na postojanje i veličinu akumulacijskog bazena razlikuju:

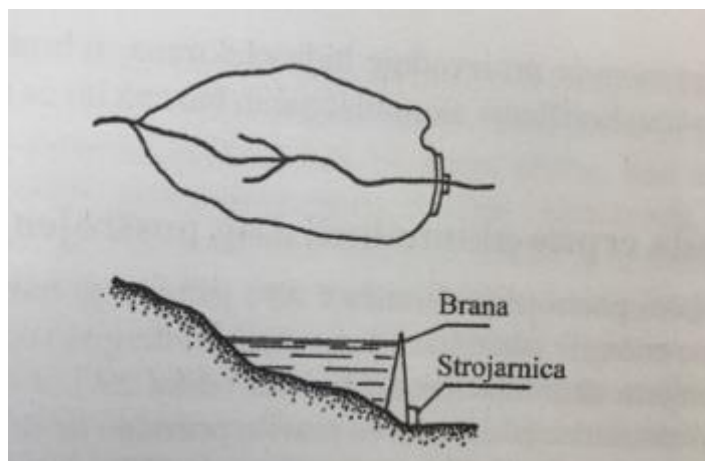
- protočne hidroelektrane,
- hidroelektrane s dnevnom i tjednom akumulacijom,
- hidroelektrane sa sezonskom akumulacijom [7]

Kad se govori o veličini akumulacijskog bazena treba razlikovati ukupni ili geometrijski volumen od korisnog volumena akumulacijskog bazena. Ukupni volumen izražava se ukupnom količinom vode koja se može smjestiti između dna i najviše razine vode u akumulacijskom bazenu. Pod korisnim volumenom podrazumijeva se volumen vode koji se može smjestiti između najviše i najniže razine u normalnom pogonu. Za elektroenergetske analize zanimljiv je korisni volumen akumulacijskog bazena. Relativna vrijednost korisnog volumena akumulacijskog bazena određuje se kao omjer korisnog volumena i ukupnog volumena vode koji tijekom godine dotječe u akumulacijski bazen.

Energetska vrijednost akumulacijskog bazena je količina električne energije koja bi se proizvela u vlastitoj hidroelektrani i u svim nizvodnim hidroelektranama za slučaj pražnjenja korisnog volumena bez dotoka vode u bazen i bez gubitaka vode.

Osnovni dijelovi hidroelektrana su: pregrada (brana), zahvat, dovod, vodna komora, tlačni cjevovod, strojarnica i odvod. Prema načinu izvedbe hidroelektrane, koji ovisi o topografskim uvjetima, geološkim uvjetima, pogonskim zahtjevima, hidroenergetskom iskorištenju cijelog vodotoka (potrebe natapanja, zaštita od poplava, vodoopskrba) te zaštiti okoliša, zavisi koji od navedenih dijelova hidroelektrana ne mora imati. Jasno je da se o svakom od navedenih osnovnih dijelova hidroelektrana može mnogo pisati, ali je ovdje dovoljno samo njihovo navođenje.

S obzirom na izvedbu hidroelektrane se mogu podijeliti u dvije osnovne grupe: pribranske i derivacijske hidroelektrane.[x] Slika 3 shematski prikazuje pribransku hidroelektranu. Pribranske hidroelektrane obično imaju strojarnicu smještenu uz branu te unutar same brane ili je strojarnica izvedena kao dio brane. Kod pribranskih hidroelektrana nema potrebe za dovodom, vodnom komorom i odvodom, dok zahvat i tlačni cjevovod predstavljaju dio brane, odnosno stojarnice.

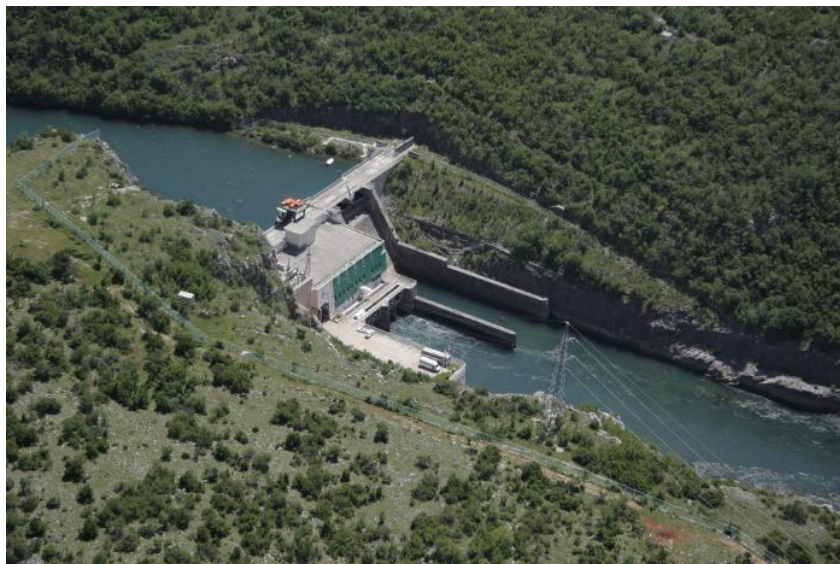


Slika2. Pribranska hidroelektrana[7]

Pribranske hidroelektrane obično se grade na većim rijekama i s malim padovima (Udovičić, 2005). U Republici Hrvatskoj imamo primjer pribranske hidroelektrane, a to je hidroelektrana Đale.

Hidroelektra Đale:

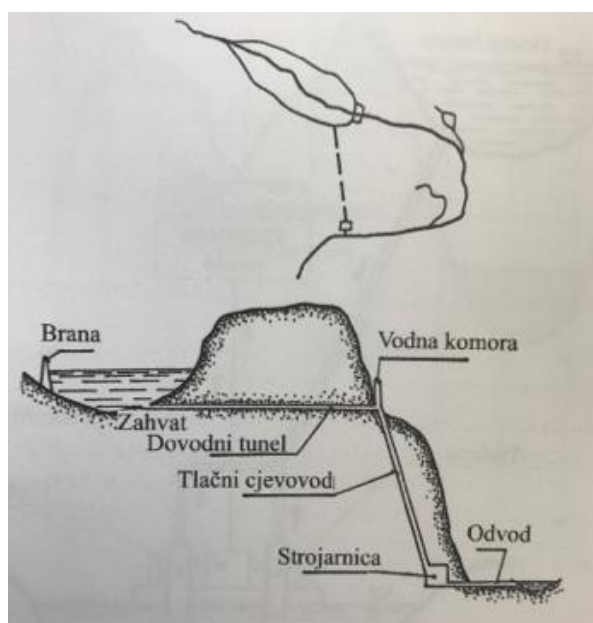
- položaj: područje Županije splitsko-dalmatinske, na rijeci Cetini
- tip: pribranska akumulacijska
- ukupna snaga: 40.8 MW.[7]



Slika3. Hidroelektrana Đale na Cetini.[8]

Na slici 3 vidljiva je pribranska hidroelektrana na rijeci Cetini. Hidroelektrana je jedna u nizu elektrana na rijeci Cetini, a nalazi se nizvodno d grada Trilja.

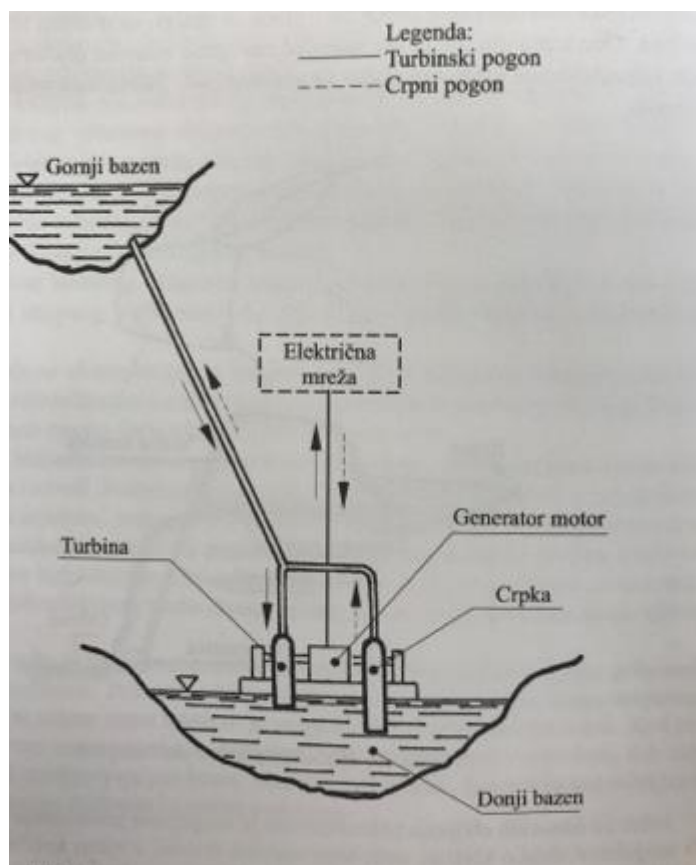
Derivacijske hidroelektrane grade se obično na manjim vodotocima i na višim padovima. Kao što je vidljivo na slici 4, derivacijske elektrane u pravilu imaju sve naprijed navedene osnovne dijelove. Dovod kod derivacijskih hidroelektrana može biti tlačni ili gravitacijski. Strojarnica može biti ukopana ili na otvorenom. U Republici Hrvatskoj su to hidroelektrana Zakućac i hidroelektrana Kraljevac.



Slika4. Hidroelektrana s derivacijom. [7]

Jedno od osnovnih obilježja hidroelektrana je mogućnost proizvodnje električne energije. Ta mogućnost ovisi o količini vode koju vodotok donosi, a njena količina i vremenski raspored ovise o mnogo utjecaja. Zbog toga se za određene profile (potencijalne lokacije hidroelektrana ili u njihovoj neposrednoj blizini) obavljaju mjerenja protoka vode, pa je poznavanje protoka po vremenskom rasporedu i po količini (za što dulje vremensko razdoblje) od temeljne važnosti za izgradnju i korištenje hidroelektrana.

Crpno - akumulacijsko postrojenje (kratica CAP) jednom je hidroelektrana u kojoj se za proizvodnju električne energije iskorištava potencijalna energija vode, (turbinski pogon) koja je akumulirana u gornjem akumulacijskom bazenu (slika5.), a drugi put je potrošač i to kada se voda u gornji akumulacijski bazen crpi iz donjeg akumulacijskog bazena (crpni rad). Dakle, crpno-akumulacijsko postrojenje mora imati gornji i donji akumulacijski bazen. Na slici 3. prikazana je shema i osnovni princip rada crpno-akumulacijskog postrojenja. Potrebna energija za crpljenje uzima se iz električne mreže [7].



Slika5. Shema crpno - akumulacijskog postrojenja. [7]

Primjer takvog tipa hidroelektrane u Republici Hrvatskoj je reverzibilna HE Velebit.

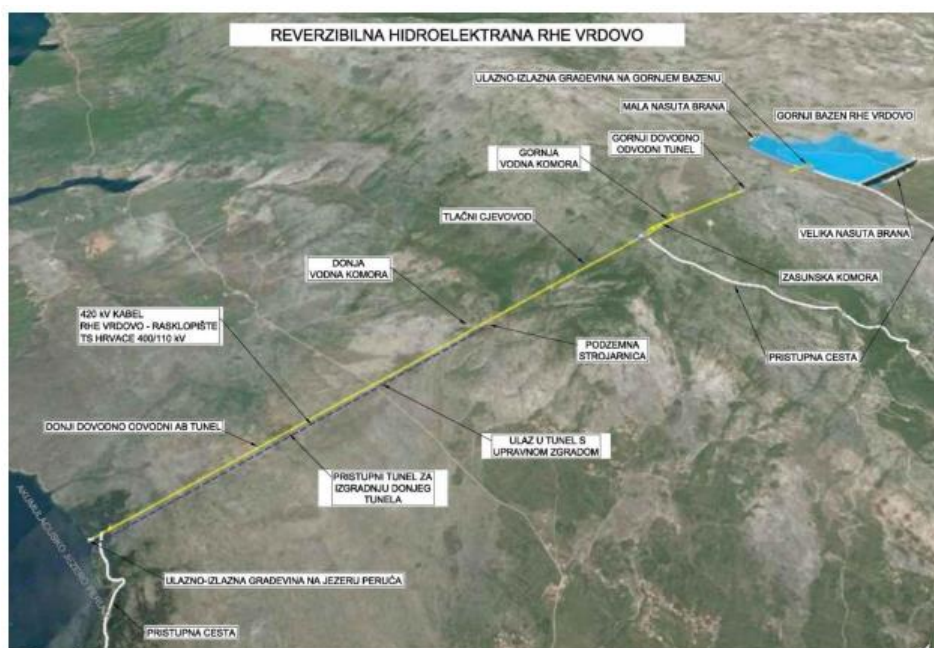
U planu je i izgradnja nove reverzibilne hidroelektrane - Reverzibilne hidroelektrane Vrdovo. Reverzibilna hidroelektrana Vrdovo planira se izgraditi na sjevernom dijelu područja Splitsko-dalmatinske županije i području Općine Hrvace, na prostoru od obale jezera Peruća na Cetini do udoline Ravno Vrdovo na planini Dinari (Slika7). Od Sinja kao najbližeg većeg naselja objekti planirane RHE Vrdovo udaljeni su na sjever između 12 i 17 kilometara.

Akumulacijsko jezero hidroelektrane Peruća omogućuje skladištenje električne energije i njeno kasnije vraćanje u elektroenergetski sustav. Ova lokacija omogućuje izvedbu gornjeg akumulacijskog bazena obroncima Dinare te između njega i akumulacijskog bazena Peruća, izgradnju reverzibilne hidroelektrane Vrdovo. Predviđa se da će izgradnja trajati oko 42 mjeseca, odnosno 3,5 godine.



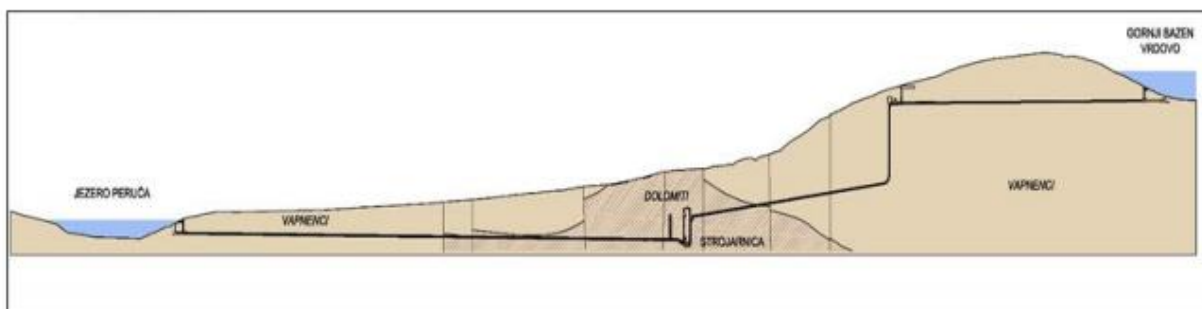
Slika 6. Položaj reverzibilne hidroelektrane Vrdovo. [2]

Najveći dio zahvata/građevina RHE Vrdovo, uključujući strojarnicu, pristupne i tlačne tunele i cjevovode, vodne i zasunske komore te zatvaračnice smješteno je pod zemljom, dok se portali ulazno-izlaznih građevina, upravna zgrada i gornji bazen Vrdovo planiraju izvesti kao površinske građevine.



Slika 7. Pogled na područje obuhvata reverzibilne hidroelektrane Vrdovo. [2]

Akumulacijsko jezero Peruća predstavlja donji bazen iz kojeg će reverzibilna hidroelektrana u pumpnom režimu rada prebacivati vodu u gornji bazen/akumulaciju na Ravnom Vrdovu pri čemu neće ugrožavati stanje vodostaja akumulacijskog jezera Peruća.



Slika 8. Shematski prikaz kroz zahvat reverzibilne hidroelektrane Vrdovo. [2]

Na udaljenosti od oko 6 km od točke zahvata vode u donjem bazenu nalazi se planinsko područje Ravno Vrdovo s prirodnom udolinom koja omogućava izgradnju gornjeg bazena s akumulacijom za višednevni rad uz bruto pad od oko 600 m (slika8).

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Temeljem analize raspoloživih podataka iz studija utjecaja na okoliš prilikom izgradnje hidroelektrana, kao i analize dostupne literature pokušati će se opisati utjecaj hidroelektrana na okoliš, okolnu životnu zajednicu te materijalna i kulturno-povijesna dobra. Podaci i mogući utjecaji na okoliš analizirani su iz Procjena utjecaja na okoliš sa stranice Ministarstva zaštite okoliša i energetike.

Za analizu koristiti će se samo hidroenergetski objekti i dostupna literatura u Republici Hrvatskoj.

4. MATERIJALI I METODE

Metodom analize podataka literature i studija utjecaja na okoliš dostupnih na stranicama Ministarstva zaštite okoliša i prirode pokušati će se doznati podaci o utjecaju hidroenergetskih objekata na okoliš. Temeljem Uredbe o informiranju i sudjelovanju javnosti i zainteresirane javnosti u pitanjima zaštite okoliša (NN 64/08) nadležno Ministarstvo daje informaciju da se studija utjecaja na okoliš upućuje na javnu raspravu. Takve studije su javno dostupne na stranicama Ministarstva te su korištene u izradi ovog rada.

5. UTJECAJ NA OKOLIŠ

Svaki ljudski zahvat u prostoru izaziva posljedice u okolišu i izvornoj prirodi. Provedene su mnoge rasprave na temu utjecaja hidroelektrana na okoliš. Posljednje vrijeme u trendu su razmišljanja da male hidroelektrane nemaju veliki negativan utjecaj na okoliš, dok velike hidroelektrane u velikoj mjeri, ne samo što utječu na okoliš, nego i dovode do značajnih promjena u ekosustavu, a koje se odnose na povećanu emisiju metana te utjecaja na slatkovodni život (Udovičić, 2005). Međutim, i male hidroelektrane imaju utjecaj na okoliš, posebice na ihtiologiju. Naime, ribe iz većih vodotoka za vrijeme mrijesta ulaze u manje pritoke, pokušavajući u plićacima s manjim protocima izvršiti polaganje jaja. Ukoliko imamo na više manjih vodotoka izgrađene hidroelektrane, ne može se reći da kumulativno nije velik utjecaj na okoliš. Stoga se, svakom hidrotehničkom zahvatu mora pristupiti racionalno, sagledavajući sve aspekte utjecaja i dobrobiti.

Kod izgradnje hidroelektrana zahvaća se veliki prostor, mijenja se okoliš te dolazi do stvaranja novih sekundarnih staništa kojima se flora i fauna pokušava prilagoditi. Nestaju lokalna staništa, stvaraju se nova, pa kažemo da ju postupku izgradnje utjecaj na okoliš hidroenergetskih objekata vrlo izražen. Tijekom rada hidroenergetskog objekta utjecaj na okoliš nije značajan kao kod termoelektrana, no, svakako nije zanemariv i potrebno ga je redovnim monitoringom pratiti nakon izgradnje. Izgradnjom hidroelektrana obično se naglašavaju samo pozitivni utjecaji na okoliš (proizvodnja energije, zaštita od poplava, vodoopskrba, turizam, itd.), a zanemaruju se negativni utjecaji (mijenjanje režima voda, mijenjanje podzemnih voda, mijenjanjem staništa). Stoga utjecaj hidroenergetskih objekata na okoliš možemo podijeliti na:

- indirektni utjecaj – izgradnja HE,
- direktan utjecaj – rad HE.

Vodni tokovi i rijeke u velikoj većini zemlja svijeta smatraju se javnim dobrom, pa je njihovo korištenje, pa makar i za proizvodnju električne energije, pod nadzorom vlada dotičnih zemalja. Zbog različitih parcijalnih interesa kod korištenja hidropotencijala, može se dogoditi da je korištenje hidropotencijala za proizvodnju električne energije prihvatljivo za jedan dio društva (energetiku), a neprihvatljivo za drugi dio društva (ekologiju). Pravilnim projektiranjem, uvažavanjem potreba svih dionika društvene zajednice, moguće je pomiriti ova dva, naoko nepomirljiva sektora.

Izgradnja hidroelektrana na ekonomskom planu omogućava razvoj industrije, ribarstva, plovidbe, rekreacije i turizma, zatim doprinos općem razvoju područja što se odražava i na promjenu životnog standarda, urbanizaciju naselja, razvoj infrastrukturnih objekata u zoni utjecaja akumulacije, mogućnosti zapošljavanja i promjene zanimanja stanovništva [7].

5.1. INDIREKTAN UTJECAJ HE NA OKOLIŠ

Indirektni utjecaji očituju se za vrijeme građenja hidroenergetskih objekata, pristupne infrastrukture. Izgradnja prometnica i komunalne infrastrukture također zahtjeva zahvate u okolišu. Utrošak energenata potrebnih za radnu mehanizaciju, proizvodnja i eksploatacija tih energenata također spadaju u indirektno utjecaje. Proizvodnja metalnih konstrukcija i betona potrebnih za izgradnju hidroenergetskih objekata zahtjeva također proizvodnju, eksploataciju i potrošnju energije. Ni jednu ljudsku djelatnost ne možemo danas ne povezati s potrošnjom električne energije.

Značajni indirektni utjecaji očituju se za vrijeme građenja hidroenergetskih objekata: derivacijskih kanala, akumulacija, dovodnih tunela, tlačnih cjevovoda, brana, i dr. Pristupna infrastruktura i logistika, tj. njena proizvodnja i izgradnja također čini važan dio indirektnog utjecaja. Izgradnja prometnica i komunalne infrastrukture također zahtjeva zahvate u okolišu. Utrošak energenata potrebnih za radnu mehanizaciju, proizvodnja i eksploatacija tih energenata također spadaju u indirektno utjecaje. Proizvodnja metalnih konstrukcija i betona potrebnih za izgradnju hidroenergetskih objekata zahtjeva također proizvodnju, eksploataciju i potrošnju energije. Potrošnja vode prilikom izgradnje ovako velikih i zahtjevnih objekata predstavlja neizbježan utjecaj.

Za izgradnju svih objekata hidroenergetskog objekta potrebno je utrošiti značajne količine energije, ali i prirodnih resursa - vode, mineralnih sirovina: mineralnih sirovina za energetske upotrebu, za industrijsku preradu i proizvodnju građevnog materijala te kovina. Stoga okolišni efekti korištenja mineralnih sirovina nisu zanemarivi.

5.1.1 Utjecaj na zrak

Mehanizacija i raznošenje prašine mogu potencijalno imati najveći utjecaj na kvalitetu zraka tijekom planiranja i izgradnje objekta. Utjecaj prašine je ograničen na područje gradilišta koje je usko, a utjecaj na kakvoću zraka je na samom mjestu izgradnje hidroelektrana zanemariv. No, koristeći saznanja da se do pogonskog goriva dolazi preradom fosilnih goriva, možemo povezati i utjecaj na iskorištavanje prirodnih resursa: fosilnih goriva kao neobnovljivih resursa. Pojedinačno sagorijevanje benzinskog motora u transportnim i radnim vozilima je zanemarivo, no kumulativno, promatrajući dug period izgradnje u odnosu na druge građevine, količinu mehanizacije, emisije u zrak nikako ne možemo zanemariti.. Sveukupno gledano, zbog pojedinačnog zahvata ne dolazi do značajnih emisija u zrak, niti postoji potencijalni utjecaj na kvalitetu zraka na lokaciji, ali kumulativno s ostalim transportnim sredstvima utječe na kvalitetu okoliša.

5.1.2. Hidromorfološki utjecaj

Prirodna ranjivost vodenih ekosustava izražena je u današnje doba brzog gospodarskog razvoja. Gotovo da i nema ljudske djelatnosti koja ne utječe na vodeni ekosustav, zrak i ne producira otpadne tvari. Posebice su osjetljiva na zahvate vodna tijela u gusto naseljenom i antropogenim utjecajem izmijenjenom okolišu. Ramsarskom konvencijom od 1971. Godine štite se močvarna staništa, staništa koja su najugroženija od strane čovjekovog utjecaja i zahvata.

Ukoliko se radi o manjih hidrotehničkim zahvatima u okolišu, ako se ikako izgradnja hidroelektrana može nazvati malim zahvatom, oni svejedno čine značajan utjecaj na vodeni ekosustav, njegovo ekološko i hidromorfološko stanje. Posljednje vrijeme u trendu su razmišljanja da male hidroelektrane nemaju veliki negativan utjecaj na okoliš, dok velike hidroelektrane u velikoj mjeri, ne samo što utječu na okoliš, nego i dovode do značajnih promjena u ekosustavu, a koje se odnose na povećanu emisiju metana te utjecaja na kopneni ekosustav.[3] I manji hidroenergetski sustavi mijenjaju vodeni tok, pregrađuju ga, usporavaju, čime se dovodi do izmijenjenih fizikalno – kemijskih parametara kakvoće voda.

Primjer male hidroelektrane je planirana izgradnja MHE Zelena na rijeci Bednji. Idejnim projektom planirani su zahvati koji će omogućiti longitudinalnu povezanost vodnog tijela derivacijskim kanalom od brane do starog korita rijeke Bednje. U prostoru to ne izgleda velik

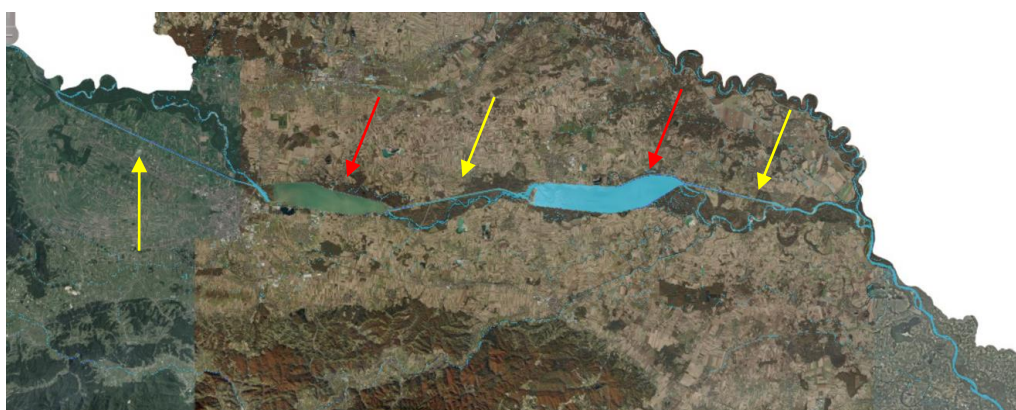
zahvat, no svaki zahvat u prirodi unosi promjene u dostadašnji ekosustav. Gornji derivacijski kanal je dugačak 1190m, a donji oko 340m, što i nije veliki građevinski zahvat. Ali izgradnjom ovih kanala došlo je u prošlosti do stvaranja novih staništa, koje su kroz duži period vremena nastanile nove biljne i životinjske vrste.



Slika 9. Područje lokacije planirane izgradnje MHE Zelena. [3]

Na slici 6 vidi se položaj toka rijeke Bednje na kojem se gradi mala hidroelektrana Zelena te točne lokacije određenih elemenata koji su bitni u projektu; gornji derivacijski kanal, brana, strojarnica, korito rijeke Bednje. Gornji derivacijski kanal se rekonstruira, a biološka staza se gradi uz novu strojarnicu na brani Kućan Ludbreški. Razina vode i derivaacijskog kanala i toka rijeke Bednje regulira se na postojećoj brani. Prirodna ranjivost cijelog vodnog tijela rijeke Bednje je ocjenjena niskom do vrlo niskom.

.....Prilikom izgradnje velikih hidroenergetskih objekata dolazi do stvaranja velikih novih vodnih tijela, mijenja se vodeni tok, pregrađuju ga, usporavaju, čime se dovodi do izmijenjenih fizikalno – kemijskih parametara kakvoće voda. Primjer za ovakav veliki hidroenergetski zahvat jesu hidroelektrane na rijeci Dravi.



Slika 10. Lokacije hidroelektrana na rijeci Dravi u R Hrvatskoj. Izvor: Arkod.

Na slici 7 vidi se položaj derivacijskih kanala i akumulacijskih jezera hidroelektrana na rijeci Dravi. Žute strelice nam pokazuju derivacijske kanale a crvene akumulacijska jezera. Vidi se novdni tok rijeke Drave te novoizgrađenih vodnih tijela.

Riječ je o karakterističnom ravničarskom kraju, pretežno pod poljoprivrednim površinama i livadama. Na područjima izgradnje današnjih derivacijskih kanala i akumulacijskih jezera bilo je poljoprivredno i močvarno zemljište, vlažne livade. To zemljište nema veliku ekonomsku vrijednost, no kao ekosustavi imali su značajnu ulogu u bioraznolikosti staništa.

Hidromorfološki utjecaj je značajn samom pregranjom rijeke, stvaranjem derivacijskih kanala značajan, pogotovo kod većih hidroenergetskih objekata. On se očituje u promjeni hidrološkog režima (količini i dinamici vodnog toka), povezanosti s podzemnim vodama, izmjeni morfoloških uvjeta (širini, dubina toka, sedimentu i karakeru obale). Promjene u razinama podzemnih voda ovisne su o razini površinskih voda, što je dodatan utjecaj na okoliš. Ukoliko se hidroenergetski objekti grade na krkom tlu, otrebno je osiguravanje rezistentnosti akumulacije u poroznim krškim stijenama sa postojećim endokrškim oblicima poput spilja i vrela

Tijekom izgradnje postoji i emisija otpadnih voda, ali ovaj utjecaj se minorizira korištenjem prijenosnih sanitarnih čvorova pa se tako potencijalni utjecaj sanitarnih otpadnih voda tijekom građenja smanjuje na na jmanju moguću mjeru. Otpadne sanitarne vode se zbrinjavaju na uređajima za pročišćavanje otpadnih voda, tako da utjecaj sanitarnih voda na lokaciji izgradnje hidroelektrana ne postoji, ali indirektno postoji ispustom pročišćenih voda iz pročištača. Naravno, prilikom gradnje koriste se veće količine vode za piće, ali i za proces građevinske izgradnje.

5.1.3. Utjecaj buke

Izvori buke su strojevi i vozila koji se koriste tijekom pripreme izgradnje i građenja. Utjecaj je vrlo ograničen prostorno i vremenski zato što su radovi predviđeni isključivo tijekom dnevnog razdoblja prema Zakonu o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13). Tijekom izgradnje nema velikih izvora buke ni potencijalnog utjecaja buke. Ovi su utjecaji kratkotrajni i lokalnog su karaktera, a po značaju su mali

5.1.4. Utjecaj svjetlosnog onečišćenja

Prilikom gradnje hidroenergetskih objekata radovi se izvode danju i tako nema svjetlosnih emisija na području izgradnje pa nema negativnog utjecaja svjetlosnog onečišćenja sukladno Zakonu o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja (NN 114/11). Ovi su utjecaji kratkotrajni i lokalnog su karaktera, a po značaju su mali.

5.1.5. Utjecaj na tlo

Najveći utjecaj na tlo je prenamjena zemljišta, koje je nekad bilo poljoprivredno, šumsko, močvarno, a izgradnjom postaje građevinsko. Moguća je privremena zbijenost tla zbog formiranja radnog pojasa i kretanja strojeva. Važan potencijalni utjecaj onečišćenja na tlo ima i onečišćenje tla gorivom i/ili mazivom iz radnih strojeva i građevnih materijala. Što se tiče čišćenja nanosa i održavanje obraštaja na postrojenju tijekom rada hidroelektrana, obavljat će se mehanički što čini minimalan lokalizirani utjecaj na tlo.

5.1.6. Gospodarenje otpadom

Preporuka je da se prije početka gradnje unaprijed definira lokacija za privremeno odlagalište otpada i materijala. Otpad koji nastaje pri izgradnji objekta treba skupljati odvojeno po vrstama i privremeno skladištiti u uređenom prostoru za to. Odvoz i odlaganje otpada je u skladu s dinamikom izgradnje kako ne bi došlo do utjecaja na okoliš. Pravilnim gospodarenjem otpadom mogući negativan utjecaj otpada na različite sastavnice okoliša svodi se na minimum.

5.1.7. Utjecaj na bio-ekološke značajke

Prije izgradnje hidroenergetskih objekata potrebno je napraviti opsežni biološki i geološki monitoring ekosustava, kako bi se znalo nulto stanje ekosustava na koji se utječe izgradnjom i predvide moguće promjene. Prilikom izgradnje hidroenergetskih objekata radovi se moraju izvoditi tako da omogućavaju protok vode u koritima vodnog tijela, sprečavajući eroziju obale i kako bi ribe imale dovoljno vremena za migraciju. Kako bi se očuvala mikrostaništa koja su

ribama zaštita, u vodnim tijelima je potrebno ostaviti dio obalne vegetacije. Potrebno je voditi računa da što manje količine materijala dođu u vodotok, kako bi se zamuljenje smanjilo na najmanju moguću mjeru.

Radovi uvjetuju utjecaj na postojeća staništa uklanjanjem obalne vegetacije, uklanjanjem sedimenta. Također, prisutnost mehanizacije i intenzivni radovi mogu ometati ili prekinuti normalna kretanja i migracije riba. Veći dio ribe pokušava se skloniti od stresnog okoliša. Iako kratkoročni tijekom sušnog perioda, radovi povećavaju stres kod riba što smanjuje njihovu otpornost na zaraze. Građevinski radovi privremeno će poremetiti aktivnosti životinja na području vodnog tijela, ali ubrzo nakon uspostavljanja normalnog režima rada hidroelektrane, životinje uključuju područje zahvata u redovito korištenje staništa.

5.1.8. Utjecaj na prirodnu i kulturnu baštinu

U sklopu realizacije svakog zahvata planski se u obzir kulturno-povijesna baština na području lokacije zahvata kako bi se smanjio potencijalno negativnog utjecaja na zaštićena i/ili evidentirana kulturna dobra.

5.1.9. Socio-ekonski utjecaj

Utjecaji iz socio-ekonskog stajališta ogledaju se u poboljšanju uvjeta života lokalne zajednice kroz smanjenje poplava okolnog područja, mogućnost navodnjavanja, sportsko – rekreacijski sadržaje. Broj radnih mjesta tijekom izgradnje ima pozitivno djelovanje na prihode i društveni standard stanovništva. Općenito, hidroenergetski se zahvati grade jer imaju potencijal poticati nove gospodarske aktivnosti, naseljavanje i zapošljavanje.

5.2. DIREKTAN UTJECAJ HIDROELEKTRANA NA OKOLIŠ

Rast gospodarstva povećava glad za energijom pa se sve više provode rasprave u javnosti, koji je utjecaj energetskih objekata na okoliš. Svaki ljudski zahvat u prostoru izaziva posljedice u okolišu i izvornoj prirodi. Izgradnja hidroelektrana na ekonomskom planu omogućava razvoj industrije, ribarstva, plovidbe, rekreacije i turizma, zatim doprinos općem razvoju društvene zajednice. Direktan utjecaj hidroenergetskih objekata očituje se za vrijeme njihovog rada - proizvodnji električne energije, kao i ostalim dodatnim ulogama koje imaju

ovakvi veliki infrastrukturni objekti: obrana od poplava, osiguranje vodoopskrbe stanovništva, odvodnju, navodnjavanje, športsko –rekreacijska uloga, ribarstvo i dr. Utjecaj na okoliš za vrijeme rada mora biti kontroliran kroz procese stalnog monitoringa svih sastavnica okoliša. Monitoring ne osigurava samo praćenje stanja u okolišu, već i identifikaciju potencijalnih onečišćivača i detekciju mogućih promjena u ekosustavu. Ni jedan vodeni ekosustav nije toliko sustavno monitoriran u Republici Hrvatskoj kao što su hidroenergetski sustavi pojedinih hidroelektrana. Sustavan monitoring pruža obilje informacija o stanju u okolišu i njegovim promjenama pod utjecajem antropološkog pritiska.

5.2.1 Hidromorfološki utjecaj

Jedan od najnepovoljnijih efekata izgradnje hidroelektrana je izmjena hidromorfologije vodenog tijela i njegovog ekološkog stanja koje se mijenja i ocjenjuje se kao ekološki potencijal. Nastaju nova, sekundarna staništa u koje postepeno ulaze postojeća flora i fauna. Prostor koji zauzima akumulacija hidroelektrane (šume, pašnjaci, obradivo zemljište, infrastrukturni i drugi objekti) ostaje trajno zauzet, bez mogućnosti vraćanja prvobitnoj namjeni. Isto tako, mogu trajno biti izgubljeni i neki kulturno - povijesni spomenici.

Pored zauzimanja određenih površina zemlje, izgradnjom hidroelektrana mijenja se hidrodinamički tlak na obalama akumulacije u funkciji vremena i dubine. Radom hidroelektrane mijenjaju se razine gornje i donje vode u akumulacijama, mijenjaju se geološke i geomehaničke osobine stijena u dodiru s vodom.

Izgradnjom akumulacije mijenja se razina podzemnih voda u zoni utjecaja akumulacije. Nizvodno od brane dolazi do morfoloških promjena korita rijeke, mijenja se hidromorfologija vodnog tijela i nanosa itd. Rijeka svojim tokom nosi vodeni materijal u obliku drvenih naplavina, pijeska i šljunka (ukoliko je riječ o aluvijalnom riječnom toku). S vremenom dovodi do taloženja toga materijala u vodenom bazenu, a posljedica toga je smanjivanje prihvatnog volumena akumulacije. Ukoliko je ekosustav u visokom stupnju trofije, obala zaraštava, a vodeni stupac mogu obrasti submerzne vodene biljke. Kao posljedica svih ovih procesa, akumulacija može izgubiti svoju ulogu. Akumulacije akumuliraju vodene mase tijekom kišnih razdoblja ili razdoblja otapanja snijega i leda, a korištenja iste tijekom suhih razdoblja godine. Rezultat je da svaka hidroelektrana ima svoj životni vijek, nakon kojeg postaje neekonomična.

Utjecaj na socijalnom i psihološkom planu očituje se kroz problem preseljavanja stanovništva, problem stalnih mjera sigurnosti nizvodnog područja ugroženog mogućim prelijevanjem velikih količina vode ili rušenjem brane.

U akumulacijama se događa promjena kvalitete vode (zbog skupljanja i koncentracije nanosa, pojave raznog bilja i drugih uzroka), izražena starenjem i drugim negativnim pojavama koje mogu utjecati na promjenu ekološke ravnoteže u vodi.

5.2.2. Utjecaj na zrak

Do povećane emisije prašine može doći uslijed zemljanih i drugih radova na gradilištu. Promet vozila i rad strojeva može dodatne onečistiti atmosferu emisijom ispušnih plinova. Tijekom rada hidroelektrane ne očekuju se nikakve emisije u zrak. Da bi se ublažila pojava neugodnih mirisa, u slučaju intenzivnog rasta algi predviđaju se mjere za ublažavanje pojave eutrofikacije. Mjere za sprečavanje mogućih prekograničnih utjecaja tijekom gradnje i rada hidroelektrane nisu potrebne jer je utjecaj lokalni i zanemariv.

5.2.3. Svjetlosno onečišćenje

Za osvjtljenje tijekom rada hidroelektrane upotrebljavaju se zasjenjene svjetiljke i rasvjetna tijela sa što nižom emisijom UV svjetlosti. Primjer su halogene svjetiljke koje stvaraju minimalno ometanje insekata. Mjera je propisana Uredbom o graničnim vrijednostima svjetlosnog onečišćenja okoliša (Službeni list RS. br. 81/07, 109/07, 62/10, 46/13). Također kod postavljanja svjetiljki na brani i preljevnim poljima osigurat će se sigurnost rada (nadzor nad poljima i turbinskim ulazima) pa se tako izbjegava neposredno osvjtljenje površine vode ili refleksije prema nebu. Prekogranični svjetlosni utjecaji tijekom gradnje i za vrijeme rada su lokalni pa tako mjere za sprječavanje nisu potrebne.

5.2.4. Utjecaj na tlo

Područja gdje su brzine vode ili smična naprezanja viša od postojećeg stanja, a prekoračuju vrijednosti smičnog otpora su podležna za nastanak erozijske opasnosti. Da bi se erozija tla spriječila, osiguravaju se mjere zaštite tla tako da se smanjuje retencijski volumen poplavnih voda, npr. osigurava se stalna pokrivenost zemlje vegetacijom s odgovarajućom kulturom jer bi moglo doći do oštećenja zemljišta. Provođe se mjere zaštite tla na svim mjestima na kojima se zbog prelijevanja poplavnih voda iz bazena povećava erozijska snaga vode osiguravanje vegetacijom te preusmjeravanjem i usporavanjem vodenog toka s preoblikovanjem reljefa, a lokalno i zaštita od kamena u kombinaciji s raslinjem. Provođenje tih mjera, utjecaj na tlo tijekom rada je minimalan.

5.2.5. Buka

Tijekom izgradnje hidroelektrane moguća je buka koja je privremena i javlja se tijekom izvođenja radova. Tijekom rada hidroelektrane, buka stvara zanemariv lokalni utjecaj na okoliš i okolinu. U fazi rada nisu predviđene posebne mjere zaštite okoliša jer će opterećenje bukom biti ispod graničnih vrijednosti.

5.2.6. Ekosustavi, biljni i životinjski svijet

Za vrijeme rada hidroelektrane potrebno je provesti višegodišnji monitoring ugroženih vrsta i staništa. Ako su mjere ublažavanja imale pozitivan učinak, moguće je predložiti poboljšanje istih. Mrijestilišta riba se provjerava da bi se vidjelo je li ribama omogućen prijelaz preko uređenog dijela potoka u više predjele mrijestilišta. Na primjer, praćenje ribljih populacija u akumulacijskom bazenu hidroelektrane Mokrice predlaže s 10-godišnji program koji uključuje prvi najkasniji nakon 3 godine od probnog rada. Također provjerava se funkcionalnost prijelaza za vodene organizme preko brane hidroelektrane te se provjeravaju potrebe za korekcijom prijelaza. Mjere se provode da bi se poboljšali uvjeti ciljanih ribljih vrsta koje su na tom području ugrožene.

Potencijalni utjecaji tijekom korištenja zahvata na stanje vodnog tijela sukladno Okvirnoj direktivi o vodama EU (2000/60/EZ), tj. Zakonu o vodama (NN 153/09, 130/11, 56/13 i 14/14) te Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 73/13, 151/14 i 78/15) mogući su samo lokalno i vrlo su ograničeni kako vremenski, tako i prostorno te se mora zadržati dobro stanje vodnog tijela sukladno Planu upravljanja vodnim područjima.

5.2.7. Utjecaj na klimatske promjene

Za vrijeme izgradnje i rada hidroelektrane, vremenske prilike se prate u građevinskom dnevniku. Prati se vlaga, temperatura, naoblake i dr. Uspoređuje se stanje prije i nakon intervencije. Za vrijeme rada hidroelektrane prati se periodični klimatski podaci u okolici akumulacijskog bazena (temperatura, magla i njeno pojavljivanje, vlažnost zraka). Razlike prije i nakon izgradnje su minimalne tako da rad hidroelektrane nema znatan utjecaj na klimatske promjene. Podaci o klimatskim promjenama prate se na stranici DHMZ -a .

6. RASPRAVA

Ljudsko društvo je biološki sustav podložan prirodnim zakonima razvoja zbog postojanja vrlo velikog broja društveno-političkih i društveno-ekonomskih poredaka. Budući da se zbog različitih povijesnih uvjeta i okolnosti nejednako razvijalo, danas postoje velike razlike s obzirom na etape u razvoju između regija, zemalja i pojedinih dijelova unutar tih zemalja.

S obzirom na takve razlike vrlo je teško definirati razvoj. Uz materijalna dobra, trebali bi uzeti u obzir i ekološka, socijalna, kulturna i politička dobra. U tom slučaju bi se razvoj mogao definirati kao porast ekonomske, ekološke, kulturne, sociološke i političke razine življenja. Do danas je pojam razvoja uglavnom označavao ubrzanje gospodarstvenog rasta, što je uzrokovalo sve veći jaz među pojedinim dijelovima svijeta, zemljama i narodima.

Pri objašnjenju pojma razvoja potrebno je još naglasiti da se ekonomska dobra, za razliku od društvenih dobara, mogu dovoljno točno kvantificirati, pa stoga društveni ciljevi vrlo često u razvojnim planovima stoje samo kao apstrakcija. Zato je ubrzanje ekonomskog rasta bio glavni oslonac razvoja, a i danas je glavna njegova orijentacija.

Razdoblje industrijske eksploatacije, koje je trajalo trideset godina i u kojem su se prirodna bogatstva trošila eksponencijalnim ritmom, pa se osamdesetih godina ovog stoljeća (pojavom "naftne krize") pred tim društvom ispriječila sama priroda upozoravajući ga da prirodna bogatstva nisu neograničena i neiscrpna. U panici koja je tada nastupila recesija se mogla činiti primamljivim rješenjem. Sama recesija značila bi ukidanje razvoja, što, drugim riječima, znači povratak u stanje nerazvijenosti [5].

Otpad je skup tvari kemijskog, biološkog ili nuklearnog porijekla. Otpad nastaje isključivo ljudskom djelatnošću. Nepodesan je za dalju upotrebu na klasičan način i zahtjeva nove načine obrade i prerade. Dijelimo ga na plinoviti, tekući i kruti otpad. Otpad može biti inertan, neopasan i opasan otpad.

Za uklanjanje tvari koje onečišćuju okoliš postoje različite metode. Mjere sprječavanja ispuštanja onečišćenja u okoliš počinju u samom procesu nastanka otpada ili onečišćujućih tvari.

U svakom proizvodnom procesu potreban je ugrađen postupak za sprječavanje ispuštanja onečišćenja u okoliš. To se postiže planiranjem načina proizvodnje i načina zbrinjavanja nastalog otpada.

7. ZAKLJUČAK

Tehničko-tehnološke karakteristike zahvata i lokacija planiranih hidroelektrana osmišljene su na način da se minimiziraju potencijalni utjecaji na pojedine sastavnice okoliša te se izvedbom i korištenjem zahvata omogućuje korištenje hidropotencijala uz realizaciju longitudinalne povezanosti toka i omogućavanje migracija vodene biote u vodnim tijelima.

9. LITERATURA

- [1] Čavlina N.; Feretić D.; Subašić D.; Škanata D.; Tomšić Ž. (2009.) "Elektrane i okoliš", Element d.o.o., Zagreb
- [2] Studija o utjecaju na okoliš "Reverzibilna hidroelektrana (RHE) Vrdovo", (2016.) (mzoip.hr)
- [3] Studija o utjecaju na okoliš "MHE - Zelena na rijeci Bednji", (2016.), Zagreb
- [4] Studija o utjecaju na okoliš "Hidroelektrane Mokrice, Republika Slovenija", (2015.), Zagreb, (mzoip.hr)
- [5] Udovičić B. (1993.) "Energetika", Školska knjiga, Zagreb.
- [6] Udovičić B. (2004.) "Neodrživost održivog razvoja", Kigen Zagreb, 2004
- [7] Udovičić B. (2005.) "Elektroenergetski sustav", Kigen Zagreb, 2005.
- [8] powerlab.fsb.hr

POPIS SLIKA

<i>Slika1. Povijesna karta područja derivacijskog kanala.....</i>	<i>11</i>
<i>Slika2. Probiranska hidroelektrana.....</i>	<i>11</i>
<i>Slika3. Hidroelektrana Dale na Cetini.....</i>	<i>12</i>
<i>Slika4. Hidroelektrana s derivacijom.....</i>	<i>12</i>
<i>Slika5. Shema crpno - akumulacijskog postrojenja.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika6. Položaj reverzibilne hidroelektrane Vrdovo.....</i>	<i>14</i>
<i>Slika7. Pogled na područje zahvata reverzibilne hidroelektrane Vrdovo.....</i>	<i>15</i>
<i>Slika8. Shematski prikaz kroz zahvat reverzibilne hidroelektrane Vrdovo.....</i>	<i>15</i>
<i>Slika9. Područje lokacije planirane izgradnje hidroelektrane Zelena.....</i>	<i>20</i>
<i>Slika10. Lokacije hidroelektrane na rijeci Dravi u Republici Hrvatskoj.....</i>	<i>20</i>